



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 195 09 139 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
F 16 H 61/04
F 16 H 63/40
B 60 K 41/08

⑳ Aktenzeichen: 195 09 139.6
㉔ Anmeldetag: 14. 3. 95
㉕ Offenlegungstag: 16. 11. 95

DE 195 09 139 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1
13.05.94 SE 9401653

㉗ Anmelder:
Scania CV AB, Södertälje, SE

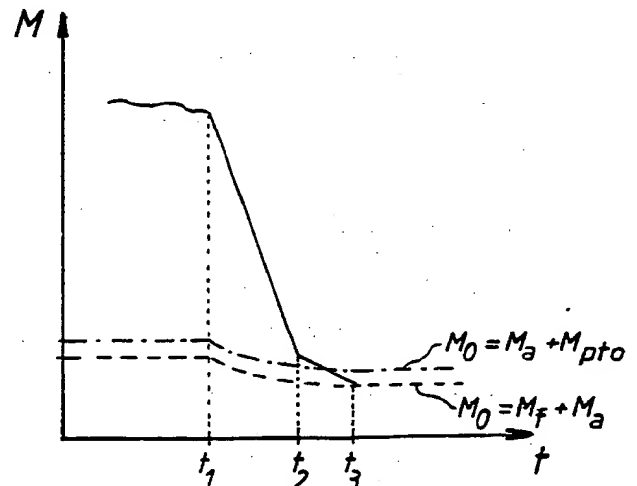
㉘ Vertreter:
Patent- und Rechtsanwälte Wuesthoff & Wuesthoff,
81541 München

㉚ Erfinder:
Hedström, Lars-Gunnar, Vagnhärad, SE; Andersson,
Roger, Södertälje, SE; Gustavsson, Torbjörn,
Nyköping, SE; Södermann, Göran, Södertälje, SE

⑤4 Verfahren zur Regelung des Motordrehmoments bei Schaltvorgängen

⑤7 Ein verbessertes Verfahren gestattet beim Auslegen eines Ganges in Verbindung mit dem Schalten von Schrittgetrieben ohne Unterbrechung des Kraftflusses die Regelung des Motormoments auf ein Nullmomentniveau, das kontinuierlich abhängig von der momentanen Beschleunigung des Motors aber auch von der inneren Reibung im Motor sowie von etwaigen dem Motor zugeschalteten Nebenantrieben korrigiert wird.

Bei Schaltvorgängen auf Steigungstrecken beginnt der Regelvorgang mit einer Momentreduzierung im Zeitpunkt t_1 . Das Moment wird auf ein während der Reduzierung kontinuierlich veränderliches und auf die gegenwärtige Retardation des Motors abgestimmtes Nullmomentniveau M_0 reduziert, welches mit einem Reibungsfaktor M_f und einem Beschleunigungsfaktor M_a korrigiert wird. Der Reibungsfaktor M_f wird einer von der momentanen Motordrehzahl n und der Motortemperatur T abhängigen Matrix $M_f(n, T)$ entnommen, während der Beschleunigungsfaktor M_a kontinuierlich während der Rücknahme ($t_1 - t_2$) in Abhängigkeit vom Trägheitsmoment und von der momentanen Beschleunigung des Motors berechnet wird. Darüber hinaus wird das Nullmomentniveau auch in Abhängigkeit von einem zugeschalteten Nebenantrieb mit einem Nebenantriebsfaktor M_{pto} korrigiert. Sowohl M_{pto} als auch M_f werden zwecks Kompensation verschleißbedingter Veränderungen aktualisiert.



DE 195 09 139 A 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Regelung des Motordrehmoments bei automatisierten Schaltvorgängen bei mechanischen Schrittgetrieben in Übereinstimmung mit dem Oberbegriff zu Patentanspruch 1.

Stand der Technik

Bei automatischer Schaltung von mechanischen Schrittgetrieben ist eine Regelung des vom Motor abgegebenen Drehmoments erforderlich, um das übertragene Moment im Zahneingriff des jeweiligen Ganges zu reduzieren.

Bei Vorhandensein eines Kupplungsservos oder Anwendung eines automatischen Auskuppelns einer Scheibenkupplung, die auf konventionelle Weise zwischen Motor und Getriebe angeordnet ist, wird das den Zahneingriff belastende Drehmoment des Motors automatisch abgeschaltet. Die durch Zurücknahme der Kraftstoff-Einspritzmenge bewirkte Reduzierung des Motordrehmoments hat dann in erster Linie die Aufgabe, einen schnellen Drehzahlanstieg des Motors nach Unterbrechung des Kraftflusses zwischen Motor und Getriebe zu verhindern. Die Drehmomentniveaus, auf die der Motor in Verbindung mit dem Auslegen des Ganges abgeregelt wird, werden hierdurch weniger kritisch. Ein derartiges Schaltsystem mit einem Kupplungsservo und einer Reduzierung der Kraftstoff-Einspritzmenge in Verbindung mit dem Auslegen des Ganges ist in US.A.5136897 beschrieben, wobei später, beim Einlegen des nächsthöheren Ganges, die durch die darauffolgende Erhöhung der Kraftstoff-Einspritzmenge bewirkte Erhöhung der Motordrehzahl detektiert und zur Erzeugung eines Befehls herangezogen wird, der ein Einkuppeln der Scheibenkupplung in dem Augenblick bewirkt, in dem die während der Steigerung der Motordrehzahl erreichte Synchrongeschwindigkeit für den Schaltvorgang vorliegt und der Gang eingelegt wird.

Eine andere Lösung, um ausschließlich bei den höheren Gängen ohne Betätigung der Scheibenkupplung heraufschalten zu können, ist in US.A.4850236 dargestellt. Diese Lösung sieht ein Verfahren vor, bei dem die Servoeinrichtung zum Gangauslegen einen Befehl zum Auslegen des Ganges erhält, wonach das Drehmoment so geregelt wird, daß ein zwangsmäßig vom Motor bei erhöhter Kraftstoffeinspritzmenge gesteuertes, übertragenes positives Drehmoment durch Zurücknahme der Kraftstoffeinspritzmenge in eine Reduzierung des Drehmoments übergeht und diese Reduzierung des Drehmoments andauert, bis das im betreffenden Zahneingriff übertragene Drehmoment einen negativen Wert annimmt, wobei während gleichzeitiger Betätigung durch die Servoeinrichtung zum Gangauslegen ein Drehmoment-Nullpunkt überschritten wird. Hierdurch kann der Gang mit einer Kraft zum Auslegen beaufschlagt werden und in dem Augenblick, wenn der Drehmoment-Nullpunkt überschritten wird, herauspringen. Dieses Verfahren kann ausreichen, um ohne Auskuppeln der Scheibenkupplung Schaltvorgänge zwischen höheren Gängen zu ergeben, wenn die Ansprüche an eine exakte Motorregelung nicht so hoch sind wie beim automatischen Schalten ohne Auskuppeln zwischen niedrigeren Gängen. Die Lösung führt jedoch mit sich, daß die Servoeinrichtung zum Gangauslegen während der Drehmomentregelung die Zahneingriffe in einer auslegenden Richtung beeinflußt, und dies kann zu

Schlägen führen, wenn bei Trennung der Zahneingriffe die Auslegungskraft so hoch ist, daß das Auslegen vor Erreichen des Drehmoment-Nullniveaus stattfindet. Dieses Verfahren kann außerdem auch einen erhöhten Verschleiß bei den Zahnrädern hervorrufen.

Zweck der Erfindung

Der übergeordnete Zweck der Erfindung besteht in der Sicherstellung ruckfrei ablaufender Schaltvorgänge bei einem mechanischen Schrittgetriebe ohne Betätigung der Scheibenkupplung und bei hohem Schaltkomfort, geringem Verschleiß bei den Zahnrädern sowie hoher Schaltzuverlässigkeit auch beim Schalten niedriger Gänge ohne Betätigung der Scheibenkupplung.

Ein weiterer Zweck der Erfindung besteht in der Sicherstellung, daß das Auslegen des Ganges in einem Zustand erfolgt, wenn das im Zahneingriff übertragene Drehmoment den Wert null hat, und zwar unabhängig davon, ob das Fahrzeug einer Verlangsamung wie beim Schalten auf einer Steigung ausgesetzt ist oder einer Beschleunigung wie auf einer Gefällestrecke. Dieses Drehmoment-Nullniveau, auf das das vom Motor abgegebene Drehmoment eingeregelt wird, wird kontinuierlich mit einem beschleunigungsabhängigen Faktor in Abhängigkeit von momentanen Änderungen der Beschleunigung des Motors während der Regelung des vom Motor abgegebenen Drehmoments vor dem Auslegen des Ganges korrigiert, so daß beim Auslegen des Ganges die Beschleunigung/Verlangsamung des Motors unmittelbar vor und nach dem Auslegen des Ganges im wesentlichen konstant gehalten wird.

Noch ein Zweck der Erfindung besteht in der Möglichkeit zur Berechnung des dem Getriebe zugeführten Drehmoments in Abhängigkeit von der Verlangsamung oder Beschleunigung des Fahrzeugs ohne Einsatz irgendwelcher teurer Drehmomentgeber im Getriebe oder etwaiger Neigungsgeber im Fahrzeug.

Diese Zwecke erfüllt die Erfindung durch die im kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 angegebenen Merkmale.

Ein weiterer Zweck der Erfindung besteht darin, das Drehmoment-Nullniveau auch etwaigen zugeschalteten Nebenantrieben anzupassen, wodurch das Auslegen des Ganges in einem drehmomentfreien Zustand und unabhängig davon erfolgen kann, ob ein oder mehrere Nebenantriebe vom Motor angetrieben werden.

Diesen Zweck erfüllt die Erfindung durch die im kennzeichnenden Teil von Anspruch 7 angegebenen Merkmale.

Noch ein weiterer Zweck der Erfindung besteht in einer kontinuierlichen Korrektur der das Drehmoment-Nullniveau bestimmenden Drehmomentfaktoren, die vom Verschleiß des Motors oder der Nebenantriebe abhängig sind, so daß der Schaltkomfort beibehalten wird, obwohl sich diese Drehmomentfaktoren mit der Zeit verändern.

Diesen Zweck erfüllt die Erfindung bezüglich der Aktualisierung des Trägheitsmoments des Motors durch die im kennzeichnenden Teil von Anspruch 10 angegebenen Merkmale, bezüglich der Aktualisierung des Reibungsmoments des Motors durch die im kennzeichnenden Teil von Anspruch 11 angegebenen Merkmale, und bezüglich der Aktualisierung des erforderlichen hinzukommenden Moments des jeweils zugeschalteten Nebenantriebs durch die im kennzeichnenden Teil von Anspruch 13 angegebenen Merkmale.

Weitere, die Erfindung kennzeichnende Merkmale

gehen aus den abhängigen Ansprüchen sowie aus nachstehender Beschreibung eines Ausführungsbeispiels hervor. Die Beschreibung nimmt Bezug auf die folgenden Figuren.

Verzeichnis der Figuren

Fig. 1 zeigt den grundlegenden Aufbau eines Schaltsystems für mechanische Schrittgetriebe.

Fig. 2 zeigt ein Ablaufschema über die Regelung der Kraftstoffeinspritzmenge beim Auslegen eines Ganges.

Fig. 3 zeigt ein Teilablaufschema zum Ablaufschema gemäß Fig. 2 mit Aktualisierung des Motordrehmomentzuschusses.

Fig. 4 zeigt die Reduzierung des Motordrehmoments auf ein festes Drehmomentniveau unabhängig von Beschleunigungsveränderungen während der Momentreduzierung.

Fig. 5 zeigt die Reduzierung des Motordrehmoments auf ein während der Momentreduzierung kontinuierliches und relativ zur jeweiligen Motorbeschleunigung angepaßtes Drehmomentniveau.

Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

In Fig. 1 ist ein Schaltsystem zur Überwachung und Steuerung einer computergestützten Schaltung von mechanischen Getrieben in Kraftfahrzeugen dargestellt. Zum Antrieb des Fahrzeugs dient ein Verbrennungsmotor 40, vorzugsweise ein Dieselmotor, dessen Antriebsleistung über eine vom Fahrer zu betätigende Kupplung 41, ein mechanisches Schrittgetriebe 42 und eine Gelenkwelle 43 auf die Antriebsräder 44 des Fahrzeugs übertragen wird. Das Getriebe 43 weist vorzugsweise einen integrierten Retarder 48 auf, der den Antriebsstrang mit einer regelbaren Bremskraft beaufschlagen kann, was dem Zweck dient, ohne Benutzung der normalen Betriebsbremse des Fahrzeugs eine hohe Bremswirkung beim Fahrzeug zu erzeugen. Das im Ausführungsbeispiel vorgesehene Schaltsystem umfaßt ein manuell betätigtes Kupplungsservogerät für Anfahren und Anhalten des Fahrzeugs, hat jedoch kein automatisches Kupplungsservogerät, aber die Erfindung kann auch bei Systemen mit automatisierter Kupplung zur Anwendung kommen.

Das Schaltsystem bewirkt die Schaltvorgänge durch Regelung der Motordrehzahl und des Motordrehmoments beim Schaltvorgang sowie die Betätigung des Servogeräts, das den eingelegten Gang auslegt und den nächsten Gang einlegt, ohne den Kraftfluß über die Kupplung 41 zu unterbrechen. Dies stellt hohe Anforderungen an die Motorregelung und an die Drehzahlinformation, die das System benötigt, damit die Motorregelung ein momentfreies Auslegen eines Ganges ermöglichen kann, und damit nur durch die Motorregelung schnell eine Synchrondrehzahl für den nächsten Gang erhalten wird, der mit kürzest möglicher Momentunterbrechung im mechanischen Schrittgetriebe eingelegt werden soll.

Mechanische Schrittgetriebe, vorzugsweise mit oder ohne konventionelle Synchronisierereinrichtungen im Getriebe, sind in vieler Hinsicht eine entschieden vorteilhaftere Wahl als konventionelle hydraulische und ohne Momentunterbrechung schaltende Automatikgetriebe oder als mechanische Getriebe mit komplizierten Doppelkupplungen, die Schaltvorgänge ohne Momentunterbrechung ermöglichen sollen. Dies gilt vor allem in bezug auf die Betriebswirtschaftlichkeit, die Wartungs-

kosten und die Anschaffungskosten. Wenn das Schrittgetriebe außerdem mit konventionellen Synchronisierereinrichtungen ausgestattet ist, wird auch eine erhöhte Betriebssicherheit erhalten, da ein manueller Schaltvorgang oder ein halbautomatischer Schaltvorgang, d. h. ein servogestütztes Auslegen und Einlegen von Gängen infolge eines fußbetätigten Auskuppelns unter Beibehaltung eines hohen Schaltkomforts stattfinden kann, falls die automatisierte Schaltfunktion aufgrund eines Systemfehlers ausgefallen sein sollte.

Das Schaltsystem umfaßt ein Steuergerät 12 mit Mikroprozessor, das über verschiedene Signalleitungen 36 mit den Steuergeräten 23 für das Kraftstoffsystem, 22 für das Retardersystem und 24 für das Betriebsbremssystem verbunden ist. Die Signalleitungen übertragen verschiedene Signale an das Steuergerät 12 entsprechend den durch Pfeile dargestellten Signalen 1—11, 13—19, 21 und 59 in Fig. 1.

Das Steuergerät 12 empfängt folgende Eingangssignale:

- Signal 1 von Bremsprogrammschalter 27, der für Fußbetätigung durch den Fahrer angeordnet ist. Der Bremsprogrammschalter beeinflusst die Retarderfunktion über das Steuergerät und außerdem, bei seiner Betätigung, die Schaltpunkte des Schaltsystems.
- Signal 2 vom Kupplungspedalschalter 30, der die Stellung des Kupplungspedals 28 erkennt.
- Signal 3 vom Fußbremspedal 29 des Fahrzeugs als Information über die Stellung des Bremspedals.
- Signal 4 vom Fahrtsschreiber des Fahrzeugs, mit Sekundärinformation über die Geschwindigkeit des Fahrzeugs oder die Drehzahl der Gelenkwelle.
- Signal 5 vom Fahrpedal 31 des Fahrzeugs als Information über die momentane Stellung des Fahrpedals.
- Signal 7 vom Abgasbremssschalter 45, der im Armaturenbrett 32 angeordnet ist.
- Signal 8 vom Schalthebel 25 als Information über die vom Fahrer gewählte Betriebsart beim Schaltsystem, und zwar entweder Automatikbetrieb A, Neutralstellung N, manueller Betrieb M oder Rückwärtsfahrt R, sowie über etwaige vom Fahrer vorgenommene Korrekturen des automatisch gewählten Ganges bei Automatik-Betriebsart A oder neuen Gangwahlen in einer der manuellen Betriebsarten N, M, R.
- Signal 9 vom Fahrprogramm-Wähler 26, mit dem der Fahrer z. B. das Ökonomieprogramm E (Economy) für wirtschaftlichsten Betrieb und sanfte Schaltvorgänge wählen kann oder das Bergfahrt-Programm H (Hill), dessen Schaltpunkte so festgelegt sind, daß die maximale Zugkraft erhalten wird und schnelle Schaltvorgänge den Vorrang vor Komfort und Geräuscherzeugung haben.
- Signal 11 vom Diagnoseschalter 35, mit dem ein im Programm des Steuergeräts integriertes Testprogramm für Wartungszwecke oder zur Fehlerortung mittels im Info-Feld 33 des Armaturenbretts 32 angezeigter Fehlermeldungen aktiviert werden kann.
- Signal 21 vom Retarder-Steuergerät 21, das die Schaltpunkte für die Aktivierungsdauer des Signals modifiziert, um hierdurch eine gesteigerte Motorbremswirkung sowie einen erhöhten Kühlflüssigkeitsdurchsatz zu erhalten.
- Signal 19 von einem ausgangseitig am Getriebe

42 und vorzugsweise auf der Gelenkwelle 43 angeordneten Drehzahlgeber 46.

— Signal 18 von Quitterschaltern im Getriebe 42 als Information über den eingelegten Gang.

— Signal 16 von einem eingangsseitig am Getriebe 42 und vorzugsweise an der Kurbelwelle oder dem Schwungrad des Motors 40 angeordneten Drehzahlgeber 47.

— Signal 59 vom Temperaturgeber 49 als Information über die Temperatur der Kühlflüssigkeit nach Verlassen des Retarders 48.

Das Steuergerät 12 steuert verschiedene Servogeräte oder bewirkt Anzeigen in Info-Feldern im Armaturenbrett 32 über folgende Ausgangssignale:

— Signal 6 an Info-Feld 33 im Armaturenbrett 32 zur Anzeige von Betriebsart (A-N-M-R) beim Schaltsystem, gegenwärtigem Gang, nächstem Gang, Fahrprogramm (E-H) sowie etwaiger Fehlercodes, Warnungen und Mitteilungen an den Fahrer.

— Signal 17 an verschiedene Magnetventile im Getriebe 42 zur Aktivierung von Servogeräten 37, so daß diese Schaltorgane zum Aus- bzw. Einlegen von Gängen betätigen.

— Signal 15 an Abgasbremse 58, die im Abgassystem des Motors angeordnet ist, so daß die Abgasbremse, zusätzlich zu ihrer Funktion als Zusatzbremse, zur schnellen Absenkung der Motordrehzahl auf eine Synchrodrehzahl vor allem beim Heraufschalten in einen Gang mit kleinerem Übersetzungsverhältnis aktiviert werden kann.

Das Steuergerät 12 kommuniziert außerdem im Dialogbetrieb, d. h. es sendet Ausgangssignale an und erhält Eingangssignale von verschiedenen Steuergeräten über folgende Kommunikationsleitungen:

— Kommunikationsleitung 10 an Diagnosebuchse 34, an die eine Diagnoseausrüstung angeschlossen werden kann, die eine Abfrage von Fehlercodes aus dem Steuergerät 12 sowie eine Funktionsprüfung des Steuergerät-Programms durchführen kann.

— Kommunikationsleitung 13 an Steuergerät 24 für Antiblockiersystem (ABS) und Antriebsschlupfregelung (ASR) der Bremsanlage, wodurch das Steuergerät 24 u. a. Schaltvorgänge bei aktivierter ASR verhindern kann.

— Kommunikationsleitung 14 an Steuergerät 23 des Kraftstoffsystems; dieses Steuergerät 23 regelt über Kommunikationsleitung 20 die Kraftstoffzufuhr zu den Einspritzventilen des Verbrennungsmotors.

Vorstehend beschriebenes System gestattet bei A-Stellung des Schalthebels einen automatischen Ablauf der Schaltvorgänge abhängig von detektierten Motorparametern wie Geschwindigkeit des Fahrzeugs, Motorbelastung und -drehzahl, der Ableitung von einem dieser oder einer Kombination von Fahrzeuggeschwindigkeit-Fahrpedalstellung-Motordrehzahl, gegebenenfalls voll niedergedrücktem Fahrpedal (sog. Kick-down-Stellung) sowie, ob ein Bremsvorgang stattfindet. Der Schaltvorgang erfolgt automatisch so, daß der optimale Kraftstoffverbrauch und die optimale Leistung erhalten werden.

Das Retarder-Steuergerät 22 umfaßt einen Handhe-

bel 61, der vorzugsweise im Armaturenbrett 32 angeordnet ist. Der Hebel hat sechs Einstellagen mit den Bezeichnungen 0 bis V.0 ist die Ausgangsstellung, d. h. der Retarder 48 ist abgeschaltet. Die Stellungen I—II—III—IV—V entsprechen einer progressiven Erhöhung der Retarderbremsleistung mit folgenden Bremsmomenten: Stellung I — 500 Nm, II — 1000 Nm, III — 1500 Nm, IV — 2000 Nm und V — maximale Retarderbremsleistung von ca. 3000 Nm. Mit Stellung V für maximale Retarderbremsleistung wird zweckmäßigerweise auch ein Einschalten der Abgasbremse (EB) 58 des Fahrzeugs verbunden, die auf die Antriebsräder des Fahrzeugs wirkende Bremsleistung noch zusätzlich verstärkt. Die Stellungen 0-V sind stabil, so daß der Hebel nach dem Loslassen in der jeweils gewählten Stellung verbleibt. Die Retarderfunktion wird jedoch immer abgeschaltet, sobald der Fahrer das Fahrpedal 31 des Fahrzeugs betätigt, aber die Bremswirkung des Retarders wird automatisch zugeschaltet, wenn das Fahrpedal losgelassen wird und der Hebel sich gleichzeitig in einer der Stellungen I-V befindet.

Die Retarderfunktion kann auch, abhängig von der Betätigung des Bremspedals oder eines Schieberschalters 63 am Hebel 61 zur Konstanthaltung der Geschwindigkeit (Geschwindigkeitsregelung) eingeschaltet werden. Die Bremsleistung des Retarders wird dann automatisch so eingeregelt, daß eine Beibehaltung der Fahrzeuggeschwindigkeit angestrebt wird, indem die Bremsleistung bei Anstieg der Fahrzeuggeschwindigkeit progressiv erhöht wird. Bei entsprechender Stellung der Taste 62 kann diese Funktion zur Konstanthaltung der Geschwindigkeit automatisch wirksam werden, sobald das Bremspedal 29 betätigt wird, und dann solange wirksam bleiben, wie das Fahrpedal danach nicht betätigt wird.

Die Erfindung eignet sich für automatische Schaltvorgänge bei mechanischen Schrittgetrieben, bei denen die Schaltvorgänge ohne Auskuppeln der Kupplung 41 ablaufen. Beim Auslegen des Ganges ist es wichtig für ein ruckfreies Auslegen, daß der Zahneingriff des betreffenden Ganges nicht durch ein Moment belastet wird.

Die nun folgende ausführlichere Beschreibung der Erfindung nimmt Bezug auf das Ablaufschema in Fig. 2, das die vor Auslegen des Ganges bis zum Erreichen des sog. Nullmomentniveaus stattfindende Kraftstoffregelung zeigt, sowie auf das zu diesem Ablaufschema gehörende Teilablaufschema gemäß Fig. 3, das die nach dem Auslegen des Ganges stattfindende Aktualisierung des das Nullmomentniveau beeinflussenden Reibungsfaktors M_f oder wahlweise des das Nullmomentniveau beeinflussenden Nebenantriebsfaktors M_{pto} zeigt. Diese Kraftstoffregelung wird im Mikrocomputer des Steuergeräts 12 gespeichert. Unter Nullmomentniveau ist in diesem Zusammenhang ein im Getriebe reduziertes übertragenes Moment zu verstehen.

Normalerweise kann die Kraftstoffregelung das Motordrehmoment auf festes niedrigeres Nullmomentniveau M_0 herunterregeln, wie aus Fig. 4 hervorgeht. Dieses Nullmomentniveau M_0 kann dem für ein Durchdrehen des unbelasteten Motors mit konstanter Drehzahl erforderlichen Moment entsprechen, welches dem Moment M_f entspricht, das erforderlich ist, um die Reibungsverluste des Motors zu überwinden. Zum Zeitpunkt t_1 in Fig. 4 beginnt die Reduzierung des Moments mit schneller Rücknahme der Kraftstoffdosierung in Richtung dieses Nullmomentniveaus M_0/M_f , und zum Zeitpunkt t_2 erfolgt ein Befehl zum Auslegen des Ganges, so daß abhängig vom Ansprechen der Servoeinrich-

tung zum Gangauslegen zum Zeitpunkt t_3 ausgelegt wird. Der Zeitpunkt t_2 kann von einem über dem gewünschten Nullmomentniveau M_0 liegenden Versatzwert M_{off} bestimmt werden. Bei schnellerem Ansprechen der Servoeinrichtung zum Gangauslegen verringert sich der Wert von M_{off} . Gleichzeitig mit dem Befehl zum Gangauslegen zum Zeitpunkt t_2 oder zeitlich etwas verschoben wird eine langsamere Rücknahme der Kraftstoffdosierung mit kleinerer Ableitung aktiviert, was ein sanfteres Gangauslegen ergibt. Regelungen des Moments in Richtung eines festen Niveaus und besonders die vorstehend beschriebene Regelung in Richtung eines Nullmoments M_0 entsprechend dem Moment, das zur Aufrechterhaltung einer konstanten Drehzahl bei einem unbelasteten Motor erforderlich ist, ergeben unerwünschte Wirkungen auf Steigungs- und Gefällestrrecken. Auf Steigungen und Gefällen, wenn das Fahrzeug während der Momentrücknahme beschleunigt bzw. retardiert, wird das Fahrzeug antreibend oder bremsend auf den Motor wirken, und dies führt mit sich, daß ein negatives oder positives Moment die vom Gangauslegen betroffenen Zahnräder proportional der jeweiligen Beschleunigung oder Retardation belastet.

Die vorliegende Erfindung vermeidet die vorgenannten Probleme durch eine während der Rücknahme der Kraftstoffdosierung kontinuierlich stattfindende Kompensation des Nullmoments M_0 in Abhängigkeit von zumindest der momentanen Motorbeschleunigung vor dem Gangauslegen durch einen Regelvorgang gemäß Fig. 2.

In einem ersten Frageschritt 80 wird kontrolliert, ob ein Herauf- bzw. Herunterschalten ansteht. Solange kein Schaltvorgang ansteht, kehrt das Programm zum Hauptprogramm zurück. Der Regelvorgang wird in einer Programmschleife aktiviert, die mit einer Frequenz von 100 Hz durchlaufen wird. Die Kontrolle, ob ein Schaltvorgang ansteht, erfolgt somit 100mal pro Sekunde.

Wenn ein Schaltvorgang ansteht, geht der Regelvorgang weiter mit Schritt 81, in dem eine Regelung in Richtung des Nullmomentniveaus eingeleitet wird, was in diesem Fall gleichbedeutend mit einer Reduzierung des Motormoments, also einer Rücknahme der Kraftstoffeinspritzmenge ist. In Fig. 5 ist dargestellt, wie die Reduzierung des Moments M infolge der in Schritt 81 eingeleiteten Reduzierung zum Zeitpunkt t_1 beginnt, und zwar mit einer bestimmten Rücknahme der Kraftstoffdosierung mit konstanter Ableitung. Die Rücknahme der Kraftstoffeinspritzmenge wird vom Steuergerät 12 bewirkt, das der vom Fahrpedal bewirkten Kraftstoffregelung überlagert ist.

Nach Einleitung der Momentreduzierung im Zeitpunkt t_1 geht der Regelvorgang weiter mit Schritt 82, in dem die momentane Motorbeschleunigung a_m detektiert wird. Die detektierte Motorbeschleunigung wird zur Festlegung der Nullmomentkorrektur herangezogen, die im weiteren Beschleunigungsfaktor M_a genannt wird und benötigt wird, damit beim Motor auch nach dem Auslegen des Ganges die gleiche Beschleunigung stattfindet. Genannter Beschleunigungsfaktor M_a ist abhängig von der jeweiligen Motorbeschleunigung a_m und vom Trägheitsmoment J des Motors. Der Beschleunigungsfaktor M_a errechnet sich aus der Formel $a_m \times J$, in der J zusätzlich zum Trägheitsmoment des Motors, bei dem es sich in der Hauptsache um einen für jeden Motortyp empirisch bestimmten konstanten Faktor handelt, auch einen Umwandlungsfaktor zur Anpassung der Eingangsgrößen an die richtige Einheit enthält. Das

Trägheitsmoment ist streng abhängig von der Masse und der physischen Form der rotierenden Teile des Motors, und dadurch ist bei ein und demgleichen Motortyp das Trägheitsmoment im wesentlichen gleich bei den einzelnen Motorindividuen des gleichen Motortyps.

Nach Berechnung des Beschleunigungsfaktors geht der Regelvorgang weiter mit Schritt 83, in dem detektiert wird, ob irgendein Nebenantrieb (PTO = Power take-off) zugeschaltet ist. Das Steuergerät kann vorzugsweise einen zugeschalteten Nebenantrieb dadurch feststellen, daß es detektiert, ob ein Schalter für den Nebenantrieb betätigt ist, entsprechenderweise der Schalter 45 für die Motorbremse über die an das Steuergerät angeschlossene Signalleitung 7.

Wenn ein Nebenantrieb für Antrieb durch den Motor eingeschaltet ist, erfordert dies eine Erhöhung des Nullmomentniveaus M_0 um einen Nebenantriebsfaktor M_{pto} , der dem Zusatzmoment entspricht, das bei zugeschaltetem Nebenantrieb benötigt wird, damit der Motor unbelastet mit konstanter Drehzahl durchgedreht werden kann. Wenn ein Nebenantrieb zugeschaltet ist, geht der Regelvorgang zuerst zu Schritt 84, in dem eine Nullstellung des früher berechneten Nebenantriebsfaktors M_{pto} stattfindet, und dann zu Schritt 85, in dem der jeweilige Nebenantriebsfaktor M_{pto} berechnet wird. Der Nebenantriebsfaktor M_{pto} ist die Summe der erforderlichen Zusatzmomente der einzelnen Nebenantriebe. Ein Zuschalten einzelner kleinerer Hilfsaggregate wie Generatoren, kleinerer Klimaanlage sowie des Kühllüfters der Motorkühlung erfordert aufgrund der relativ geringen Leistungsentnahme im Normalfall keine Korrektur des Nullmomentniveaus. Das Zuschalten eines Kühlaggregats bei einem Kühlfahrzeug oder anderer großer Leistungsverbraucher kann jedoch eine beachtliche Nullmomentkorrektur erforderlich machen. Auf gleiche Weise kann bei Zuschalten mehrerer kleinerer Leistungsverbraucher eine Nullmomentkorrektur notwendig werden.

Nach dem Schritt 85 sind der momentane Beschleunigungsfaktor M_a sowie der Nebenantriebsfaktor M_{pto} berechnet — letzterer in Schritt 85, falls ein Nebenantrieb zugeschaltet ist. Im nun folgenden Schritt 86 wird das momentan erforderliche Nullmoment M_0 als $M_0 = M_a + M_{pto}$ berechnet.

Wenn in Schritt 83 detektiert worden war, daß der Nebenantrieb nicht zugeschaltet ist, geht der Regelvorgang statt dessen auf Schritt 87 über. In diesem Schritt 87 wird das momentan erforderliche Nullmoment M_0 mit dem Reibungsfaktor M_f korrigiert, der dem Zusatzmoment entspricht, das ohne zugeschalteten Nebenantrieb erforderlich ist, um den Motor in unbelastetem Zustand mit konstanter Drehzahl zu drehen.

M_f ist ein von der gegenwärtigen Motordrehzahl n und der gegenwärtigen Motortemperatur T abhängiger Faktor. Für jeden Motortyp kann der Reibungsfaktor M_f in einer Matrix für mehrere Bezugspunkte (n, T) gespeichert werden, die unter Einbeziehung der gegenwärtigen Drehzahl und Temperatur interpoliert werden. Vorzugsweise wird für jeden neuen Motor eine für jeden Motortyp empirisch ermittelte Reibungsfaktormatrix $M_f(n, T)$ einprogrammiert, die auf eine unten beschriebene Weise in Abhängigkeit von Unterschieden zwischen einzelnen Motorindividuen des gleichen Typs oder von Veränderungen bei der inneren Reibung im Motor aktualisiert werden kann.

Nach Berechnung des momentan erforderlichen Nullmoments M_0 in, abhängig vom eventuell zugeschalteten Nebenantrieb, einem der Schritte 87 oder 86, geht der

Regelvorgang zu Schritt 88 und prüft dort, ob das gegenwärtige Moment M zum Zeitpunkt t_2 auf das in Fig. 5 gezeigte Momentniveau reduziert worden ist. Falls das Moment noch nicht auf dieses Momentniveau reduziert worden ist, geht der Regelvorgang zurück auf den Schritt 81 und durchläuft erneut die Schritte 81–88. Auf diese Weise erfolgt eine kontinuierliche Korrektur des erforderlichen Nullmomentniveaus M_0 während der Rücknahme der Kraftstoffdosierung zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_2 .

In Fig. 5 ist dargestellt, wie diese kontinuierliche Rücknahme der Kraftstoffdosierung auf einer Steigung stattfinden kann, wenn das Fahrzeug während der Moment-/Kraftstoffrücknahme beginnt, sich zu verlangsamen. Die untere, gestrichelte Kurve bezeichnet ein Nullmomentniveau M_0 , das bei einem Betriebsfall erforderlich ist, wenn kein Nebenantrieb des Motors zugeschaltet ist. Dieses Nullmomentniveau M_0 beginnt im Zeitpunkt t_1 , wenn die Rücknahme der Kraftstoffdosierung einsetzt, entsprechend der vom Beschleunigungsfaktor M_a bewirkten Reduzierung des Nullmomentniveaus M_0 abzusinken. Würde statt dessen die Rücknahme der Kraftstoffdosierung auf einer Gefällestrecke erfolgen, ergäbe sich eine entsprechende Anhebung des Nullmomentniveaus M_0 im Zeitpunkt t_1 .

Auf gleiche Weise wie in Fig. 4 kommt der Befehl zum Gangauslegen zum Zeitpunkt t_2 , wenn das tatsächliche Moment auf einem Niveau über dem erforderlichen Nullmomentniveau M_0 liegt. Dieses Niveau wird von einem vorzugsweise konstanten Versatzwert M_{off} vorgegeben, der der Ansprechzeit zwischen dem Eintreffen des Gangauslegebefehls und dem Auslegen des Ganges entspricht, wodurch das Gangauslegen so gesteuert wird, daß es stattfindet, wenn sich das gegenwärtige Moment M mit dem erforderlichen Nullmomentniveau M_0 im Zeitpunkt t_3 deckt. Wenn diese Bedingung in Schritt 88 erfüllt ist, geht der Regelvorgang zu Schritt 89 und erteilt zum Zeitpunkt t_2 den Befehl zum Gangauslegen. Auf diese Weise kann das Auslegen des Ganges bei einem Nullmomentniveau stattfinden, das auf die momentane Motorbeschleunigung abgestimmt ist.

Bei zugeschalteten Nebenantrieben wird ein erhöhtes, in Fig. 5 mit Strich-Punkt-Linie dargestelltes Nullmomentniveau $M_0 = M_a + M_{pto}$ benutzt. Der gleiche Versatzwert M_{off} bewirkt eine frühere Ausgabe des Gangauslegebefehls, vor dem Zeitpunkt t_2 , so daß sich das gegenwärtige Moment M auf gleiche Weise mit dem erhöhten Nullmomentniveau $M_0 = M_a + M_{pto}$ deckt, wenn der Gang zu einem bezogen auf den Zeitpunkt t_3 früheren Zeitpunkt ausgelegt wird.

Da zumindest der Reibungsfaktor $M_f(n, T)$, aber auch der Nebenantriebsfaktor $M_{pto}(n, T)$ dazu neigen, sich über längere Betriebszeit abhängig vom Verschleiß des Motors bzw. von Verschleiß oder Veränderungen bei den Nebenantrieben oder den an die Nebenantriebe angekuppelten Aggregaten zu verändern, ist eine Aktualisierung des Reibungsfaktors M_f und des Nebenantriebsfaktors M_{pto} gemäß dem nachfolgenden Schritt notwendig.

Der Regelvorgang geht nun von Schritt 89 zu Schritt 90, in dem kontrolliert wird, ob eine Aktualisierung durchgeführt werden soll. Die Kontrolle, ob eine Aktualisierung stattfinden soll, erfolgt zweckmäßig, wenn bei den gegenwärtigen Fahrzeugparametern keine Indikation darüber vorliegt, daß der Fahrer ein schnelles Ansprechen des Schaltvorgangs verlangt, da die Aktualisierung aufgrund der Berechnung neuer, aktualisierter Werte des Reibungsfaktors M_f und des Nebenantriebs-

faktors M_{pto} eine gewisse Verzögerung des Schaltvorgangs mit sich führt. Parameter, die ein gewünschtes schnelles Ansprechen des Schaltvorgangs indizieren, können zum Beispiel eine eingeschaltete Motorbremse oder ein betätigtes Fahrpedal sein. Wenn keine Aktualisierung angesagt ist, kehrt das Programm zurück in die Ausgangsstellung, wo in Schritt 80 die Überwachung der Einleitung des nächsten Schaltvorganges überwacht wird. Eine Rückkehr zu Schritt 80 ohne Aktualisierung findet auch dann statt, wenn die Retardation oder Beschleunigung des Fahrzeugs über einem bestimmten Sollwert liegt, da solche Retardationen/Beschleunigungen fehlerhafte Aktualisierungen des Reibungsfaktors M_f und Nebenantriebsfaktors M_{pto} verursachen würden. Als geeigneter Sollwert kann eine Zu- oder Abnahme der Gelenkwellendrehzahl um mehr als 30/s gewählt werden. Eine Aktualisierung findet demzufolge nur bei Schaltvorgängen statt, bei denen kein schnelles Ansprechen verlangt ist, oder wenn das Fahrzeug nicht auf Steigungen/Gefällen fährt. Die durch die Aktualisierung bedingte geringfügige Verzögerung der Schaltvorgänge kann dann solchen Schaltvorgängen zugeordnet werden, bei denen relativ viel Zeit zur Verfügung steht und ohne, daß diese Verzögerung das Ansprechen in den Fällen beeinträchtigt, wenn schnelle Schaltvorgänge erforderlich sind, oder wenn keine Gefahr besteht, daß das Fahrzeug merkbar an Geschwindigkeit verliert oder zunimmt.

Wenn eine Aktualisierung ansteht, geht der Regelvorgang auf eine in Fig. 3 als Teilablaufschemata dargestellte Aktualisierungssequenz über, wo in einem ersten Schritt 93 eine vorübergehende Blockierung des Einlegens des nächsten Ganges veranlaßt wird. Die Aktualisierungssequenz geht dann zu Schritt 94, wo kontrolliert wird, ob die Motordrehzahl bereits auf eine mit dem nächsten Gang synchrone Drehzahl eingeregelt worden ist. Solange der Motor nicht diese Synchrondrehzahl hat, geht die Aktualisierungssequenz in eine Schleife von Schritt 94 bis Schritt 101 und wieder zurück zu Schritt 94.

Schritt 101 dient als Sicherheitsfunktion, die die Verzögerung des Einlegens des nächsten Ganges überwacht, und wenn die Verzögerung einen vorgegebenen Wert t_{stop} von zweckmäßigerweise 1,2...1,9 s übersteigt, wird angegeben, daß die synchrone Drehzahl nicht innerhalb der angemessenen Zeit erreicht worden ist. Wenn die Verzögerung diese Zeit t_{stop} überschreitet, wird die Aktualisierungssequenz verlassen, ohne daß eine Aktualisierung bei dem anstehenden Schaltvorgang stattfindet, indem die vorübergehende Blockierung des Einlegens des nächsten Ganges aufgehoben wird, und es erfolgt eine Rückkehr zu Schritt 100 im Hauptprogramm.

Wenn die Motordrehzahl innerhalb der Vorgabezeit t_{stop} den Synchronwert erreicht, geht die Aktualisierungssequenz über auf Schritt 95. In diesem Schritt wird das gegenwärtige Moment $M(n, T)$ in bezug auf die gegenwärtige Drehzahl n und die gegenwärtige Motortemperatur T aktualisiert und als gegenwärtiges, zur Aufrechterhaltung der synchronen Drehzahl ausgesteuertes Moment M_{out} im Speicher des Steuergeräts gespeichert. Da das ausgesteuerte Moment bei Motoren mit drehzahlgesteuertem Kraftstoffregler von Schwingungen beeinflusst sein kann, erfolgt in Schritt 95 eine Berechnung eines über eine bestimmte seit als Mittelwert gebildeten gegenwärtigen Moments. In Schritt 96 wird kontrolliert, ob die Berechnung in Schritt 95 abgeschlossen ist, und wenn nicht, geht die Aktualisierungssequenz zu Schritt 101. Nach abgeschlossener Berech-

nung in Schritt 96 geht die Aktualisierungssequenz zu Schritt 97, wo kontrolliert wird, ob ein Nebenantrieb zugeschaltet ist. Bei zugeschaltetem Nebenantrieb wird der in einer Matrix $M_{ptox}(n,T)$ gespeicherte Nebenantriebsfaktor M_{ptox} im Schritt 99 aktualisiert. Ist dagegen kein Nebenantrieb zugeschaltet, wird statt dessen in Schritt 98 der in einer Matrix $M_f(n,T)$ gespeicherte Nebenantriebsfaktor M_f aktualisiert.

Der Nebenantriebsfaktor M_{pto} enthält somit, zusätzlich zu dem durch einen zugeschalteten Nebenantrieb bedingten Zusatzmoment, auch das durch die innere Reibung des Motors bedingte Zusatzmoment. Hierdurch handelt es sich bei $M_{pto}(n,T)$ und $M_f(n,T)$ um zwei getrennte Korrekturmatriizen, die wechselweise in Abhängigkeit davon benutzt werden, ob ein Nebenantrieb zugeschaltet ist oder nicht.

Die Erfindung kann im Rahmen der Patentansprüche auf verschiedene Weise verändert werden. Zum Beispiel kann die Beschleunigung des Fahrzeugs in Verbindung mit dem Gangauslegen zur Bestimmung des Beschleunigungsfaktors M_a benutzt werden, der während des Verlaufs vor dem Gangauslegen eine der Motorbeschleunigung entsprechende Größe darstellt. Eine Regelung, bei der das Drehzahlsignal von einem Gelenkwellen-Drehzahlgeber anstelle von einem Motor-Drehzahlgeber bezogen wird, führt zum gleichen Ergebnis, da der Beschleunigungswert bis zum Auslegen des Ganges in beiden Fällen der gleiche ist.

Eine auf einem Motor-Drehzahlgeber basierende Regelung kann jedoch in einer weiterentwickelten Ausführungsform eine Korrektur des Beschleunigungsfaktors auf die in Anspruch 10 beschriebene Weise umfassen, falls sich zeigen sollte, daß sich die Motorbeschleunigung nach dem Gangauslegen in erheblichem Ausmaß verändert. Von wesentlicher Bedeutung für die Erfindung ist die kontinuierliche Anpassung des Nullmomentniveaus während der Momentregelung an die Beschleunigung oder Retardation des Motors/Fahrzeugs, wodurch eine Regelung des Moments in Richtung eines dynamischen Sollwertes in Abhängigkeit vom Rollwiderstand des Fahrzeugs erhalten wird. Ohne diesen dynamischen Sollwert ergeben sich Probleme bei Schaltvorgängen auf Steigungs- oder Gefällestrucken, wenn das Fahrzeug den Motor bremst beziehungsweise antreibt, wodurch im Getriebe ein nicht erwünschtes Moment auftritt, das das Auslegen des gegenwärtigen Ganges erschwert.

Die Erfindung findet auch Anwendung bei dem Betriebsfall, wenn der Schaltvorgang eingeleitet wird, während der Motor ein bremsendes Moment ausübt, zum Beispiel bei unbetätigtem Fahrpedal auf einer Gefällestrücke, im Gegensatz zu dem in Fig. 4 und 5 dargestellten Betriebsfall, wo der Schaltvorgang eingeleitet wird, während der Motor ein antreibendes Moment ausübt. Bei bremsendem Moment vom Motor beginnt die Regelung ausgehend von einem Momentniveau M , das statt dessen unter dem Nullmomentniveau M_0 liegt. Die Rücknahme der Kraftstoffdosierung gemäß Darstellung in Fig. 4 und 5 wird dann durch eine Erhöhung der Kraftstoffdosierung ersetzt, bei der im Prinzip die in Fig. 4 und 5 gezeigte Kraftstoffregelung das Nullmomentniveau widerspiegelt, wo M_{offset} mit sich führt, daß der Befehl zum Auslegen des Ganges bei einem gegenwärtigen ausgesteuerten Moment eintritt, das das kontinuierlich während der Rücknahme der Kraftstoffdosierung korrigierte Nullmomentniveau um den Wert M_{offset} unterschreitet.

Auch M_{offset} kann in bezug auf etwaige Veränderungen

gen beim Ansprechen der Servoeinrichtung zum Gangauslegen korrigiert werden.

Bezugszeichenliste

- 1 Signal von Bremsprogramm-Schalter
- 2 Signal von Kupplungspedalschalter
- 3 Signal von Betriebsbremspedal
- 4 Signal von Fahrtschreiber
- 5 Signal von Fahrpedal
- 6 Signal an Armaturen Brett-Informationsfeld
- 7 Signal von Abgasbrems-Schalter (EB)
- 8 Signal von Schalthebel
- 9 Signal von Fahrprogramm-Wähler
- 10 Kommunikation mit Diagnosebuchse
- 11 Signal von Diagnoseschalter
- 12 μ P-Steuergerät
- 13 Kommunikation mit ABS/ASR
- 14 Kommunikation mit EDC
- 15 Signal an Abgasbremse (EB)
- 16 Signal von Motordrehzahlgeber
- 17 Signal an Getriebe-Magnetventile
- 18 Signal von Getriebe-Quittierschaltern
- 19 Signal von Gelenkwelle-Drehzahlgeber
- 20 Kommunikation mit EDC-Motorsteuerung
- 21 Signal von Retarder
- 22 Retarder-Steuergerät
- 23 EDC-Steuergerät
- 24 ABS/ASR-Steuergerät
- 25 Schalthebel
- 26 Fahrprogramm-Wähler
- 27 Bremsprogramm-Schalter
- 28 Kupplungspedal
- 29 Bremspedal
- 30 Kupplungspedalschalter
- 31 Fahrpedal
- 32 Armaturen Brett
- 33 Armaturen Brett-Informationsfeld
- 34 Diagnosebuchse
- 35 Diagnoseschalter
- 36 Kommunikationsleitung
- 37 Servogerät
- 40 Verbrennungsmotor
- 41 Kupplung
- 42 Schrittgetriebe
- 43 Gelenkwelle
- 44 Antriebsräder
- 45 Abgasbrems-Schalter (EB)
- 46 Drehzahlgeber, Abtriebswelle
- 47 Drehzahlgeber, Motor
- 48 Retarder
- 49 Retarder kühlflüssigkeit-Temperaturgeber
- 50 Abgasbremse (EB)
- 51 Signal von Retarder kühlflüssigkeit-Temperaturgeber
- 52 Retarder-Handhebel
- 53 Retarder-Automatik-Taste
- 54 Geschwindigkeitsregler-Schieberschalter

Patentansprüche

1. Verfahren bei einem automatisch computergesteuerten System zum Schalten eines mechanischen Schrittgetriebes in einem von einem Verbrennungsmotor angetriebenen Fahrzeug zur Reduzierung des Moments im Zahneingriff des Getriebes in Verbindung mit dem Auslegen des Ganges, wobei das vom Motor abgegebene Moment vor

dem Auslegen eines Ganges auf ein Niveau abgesenkt wird, das unabhängig von dem Niveau ist, welches der momentanen Fahrpedalstellung entspricht, und wobei das abgesenkte Niveau bewirkt, daß im Zahneingriff mit dem Ziel eines ruckfreien Auslegens des Ganges ein reduziertes Moment übertragen wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Steuersystem vor dem Auslegen eines Ganges das vom Motor abgegebene Moment auf ein Nullmomentniveau M_0 aussteuert, welches durch das Steuersystem zumindest von einem Beschleunigungsfaktor M_a bestimmt wird, der von einem durch das Steuersystem kontinuierlich gemessenen Wert der Beschleunigung des Motors vor dem Auslegen des Ganges abhängig ist, und daß der Faktor vom Steuersystem benutzt wird, um beim Motor nach dem Auslegen des Ganges eine Beschleunigung entsprechend der momentanen Beschleunigung des Motors vor dem Auslegen des Ganges zu bewirken.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Beschleunigungsfaktor M_a kontinuierlich während der stattfindenden Momentreduzierung vor dem Auslegen des Ganges durch das Steuergerät in Abhängigkeit von der während der Momentreduzierung vom Steuergerät detektierten dynamischen Veränderung der Motorbeschleunigung solange korrigiert wird, bis der Befehl zum Auslegen erfolgt.

3. Verfahren gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Beschleunigungsfaktor M_a das Produkt eines vom Trägheitsmoment des Motors abhängigen Trägheitsfaktors J und der Winkelbeschleunigung des Motors, vorzugsweise detektiert an dem mit der Abtriebswelle des Motors kraftschlüssigen Schwungrad des Motors zum Zeitpunkt des Auslegens des Ganges, d. h. $M_a = J \times a_m$, darstellt.

4. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Motormoment auf ein Niveau reduziert wird, das ebenfalls durch einen der inneren Reibung des Motors entsprechenden Reibungsfaktor M_f bestimmt wird, wobei dieser Faktor auch von dem zum Betreiben des unbelasteten Motors mit konstanter Drehzahl erforderlichen Moment abhängig ist.

5. Verfahren gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Reibungsfaktor M_f eine motortypabhängige Funktion von Motordrehzahl n und Motortemperatur T , $M_f = f(n, T)$, darstellt.

6. Verfahren gemäß Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Nullmomentniveau M_0 die Summe von zumindest dem Beschleunigungsfaktor M_a und Reibungsfaktor M_f ($M_0 = M_a + M_f$) darstellt.

7. Verfahren gemäß Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Motormoment auf ein Niveau reguliert wird, das auch von einem Nebenantriebsfaktor M_{pto} bestimmt wird, wobei dieser Faktor von dem Zusatzmoment abhängig ist, das erforderlich ist, um zumindest einen vom Motor angetriebenen Nebenantrieb bei Aufrechterhaltung einer konstanten Drehzahl bei einem ansonsten unbelasteten Motor anzutreiben.

8. Verfahren gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Nullmomentniveau M_0 die Summe von zumindest dem Beschleunigungsfaktor M_a und dem Nebenantriebsfaktor M_{pto} ($M_0 = M_a +$

M_{pto}) darstellt.

9. Verfahren gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der vom Trägheitsmoment des Motors abhängige Trägheitsfaktor J ein für jeden Motortyp konstanter Grundfaktor ist.

10. Verfahren gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Trägheitsfaktor J in regelmäßigen Zeitabständen dadurch korrigiert wird, daß die freie Beschleunigung des Motors mit reduziertem Nullmomentniveau M_0 kurz nach dem Auslegen des Ganges mit der Beschleunigung verglichen wird, die der Motor im wesentlichen unmittelbar vor dem Auslegen des Ganges hatte, und daß bei einer Differenz zwischen den beiden Beschleunigungen der Trägheitsfaktor J proportional dem Unterschied korrigiert wird.

11. Verfahren gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß beim Reibungsfaktor M_f eine kontinuierliche Messung und Speicherung in einer zweidimensionalen Matrix mit den Achsen Motordrehzahl (n) und Motortemperatur (T) erfolgt, indem bei Betriebsfällen mit nicht dem Motor zugeschalteten Nebenantrieben das Einlegen des nächsten Ganges verzögert wird und der Motor auf die synchrone Drehzahl des nächsten Ganges eingeregelt wird, und hierbei gibt das Steuergerät dem Reibungsfaktor M_f den Wert für das beim Motor gegenwärtig eingeregelte Moment, mit dem die synchrone Drehzahl stabil gehalten werden kann, und wobei der gegebene Wert von M_f in der Matrix für die gegenwärtige Motordrehzahl (n) und Motortemperatur (T) gespeichert wird.

12. Verfahren gemäß Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Nebenantriebsfaktor M_{pto} eine Anzahl von Niveaus entsprechend der selektiv für Antrieb durch den Motor zuschaltbaren Anzahl der Nebenantriebe oder der Nebenantriebskombinationen annehmen kann.

13. Verfahren gemäß Anspruch 8 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß beim Niveau des Nebenantriebsfaktors M_{pto} für jeden einzelnen der zuschaltbaren Nebenantriebe PTO_n eine kontinuierliche Messung und Speicherung in einer zweidimensionalen Matrix mit den Achsen Motordrehzahl (n) und Motortemperatur (T) erfolgt, indem bei Betriebsfällen mit nur einem dem Motor zugeschalteten Nebenantrieb das Einlegen des nächsten Ganges verzögert wird und der Motor auf die synchrone Drehzahl des nächsten Ganges eingeregelt wird, und hierbei erhält M_{pto} den Wert für das beim Motor gegenwärtig eingeregelte Moment, mit dem die synchrone Drehzahl stabil gehalten werden kann, und wobei der gegebene Wert von M_{pto} in jeder Matrix für den jeweiligen Nebenantrieb für die gegenwärtige Motordrehzahl (n) und Motortemperatur (T) gespeichert wird.

14. Verfahren gemäß Patentanspruch 7, 8, 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Nebenantriebsfaktor M_{pto} auch den erforderlichen Momentzuschuß entsprechend dem Reibungsfaktor M_f enthält.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

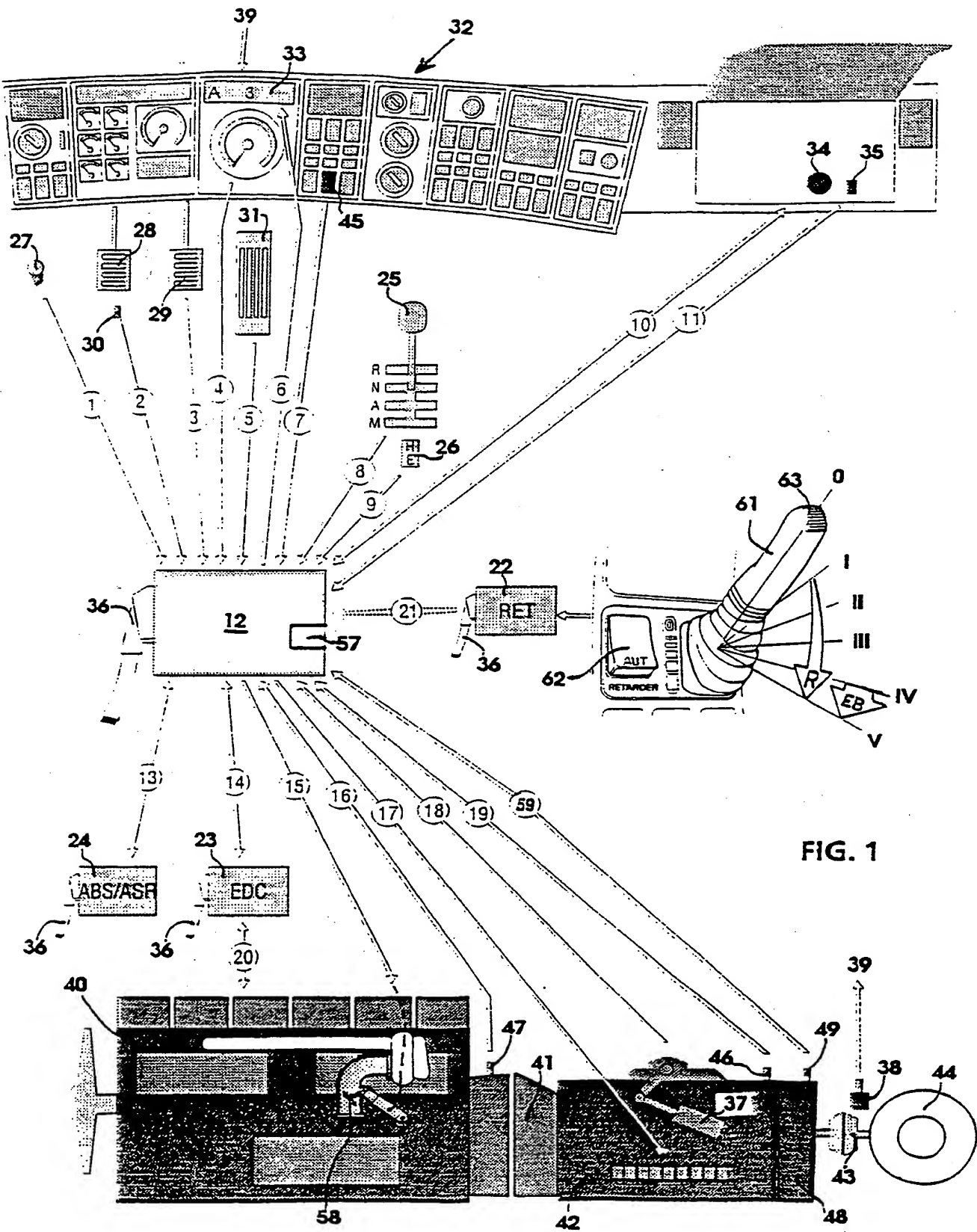


FIG. 1

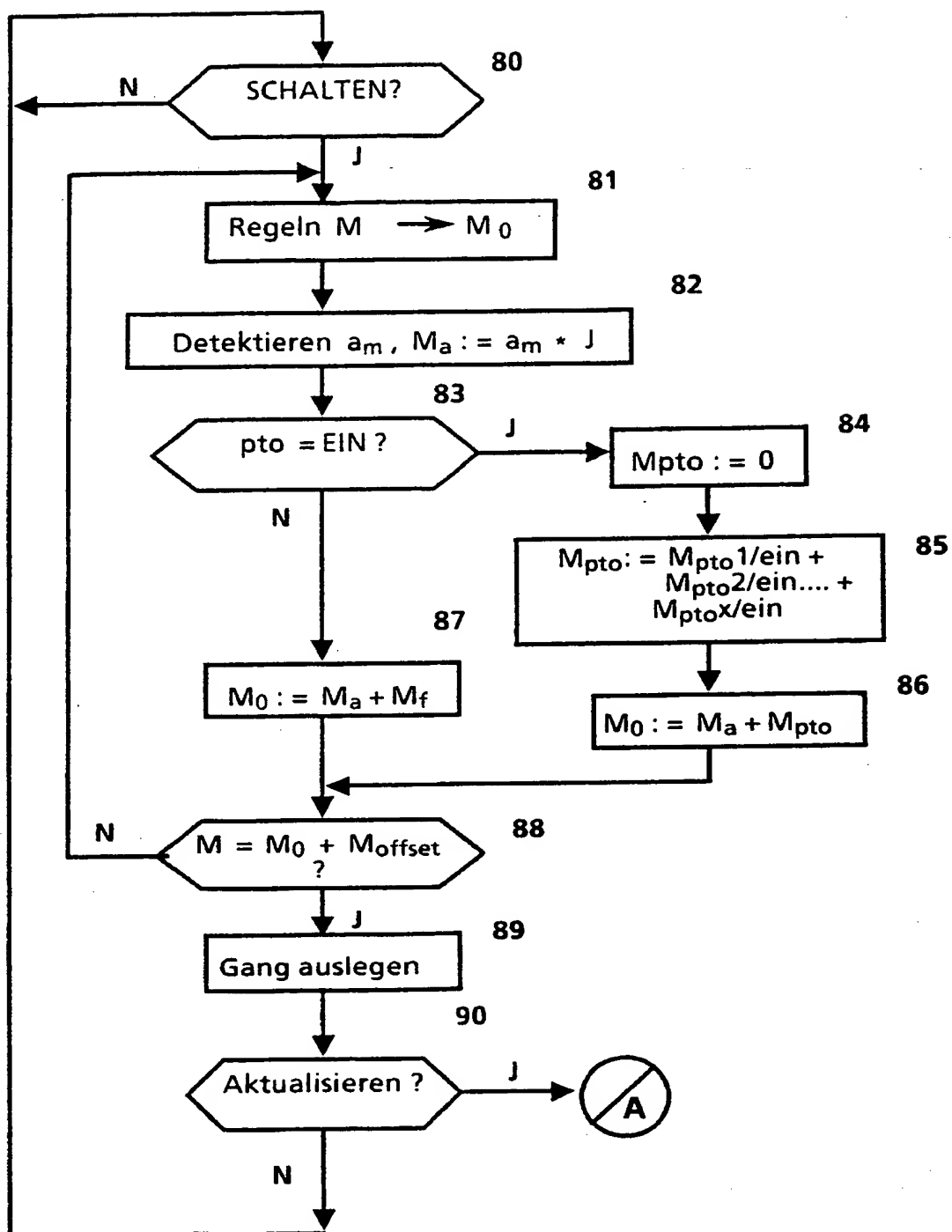


FIG. 2

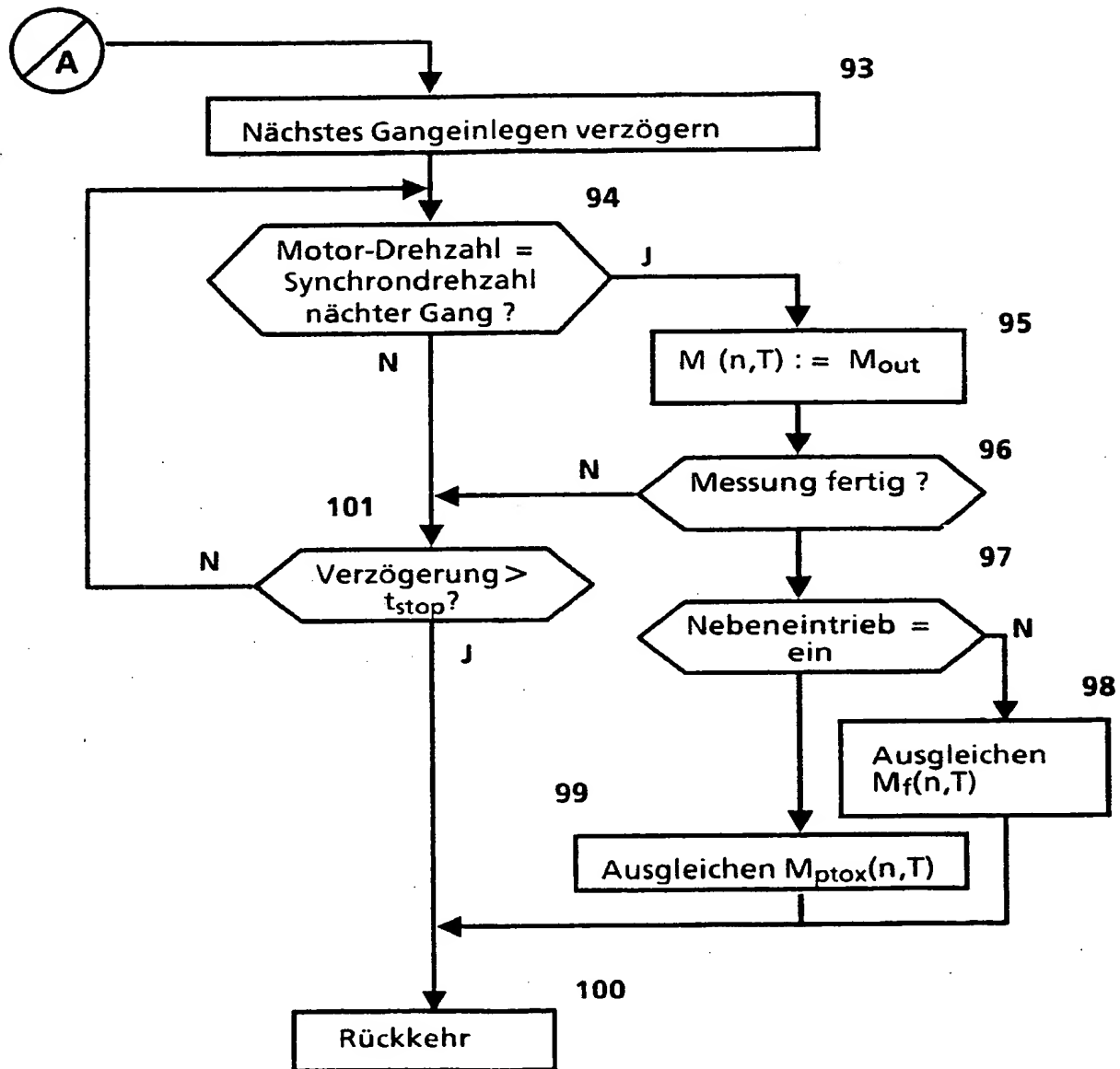


FIG. 3

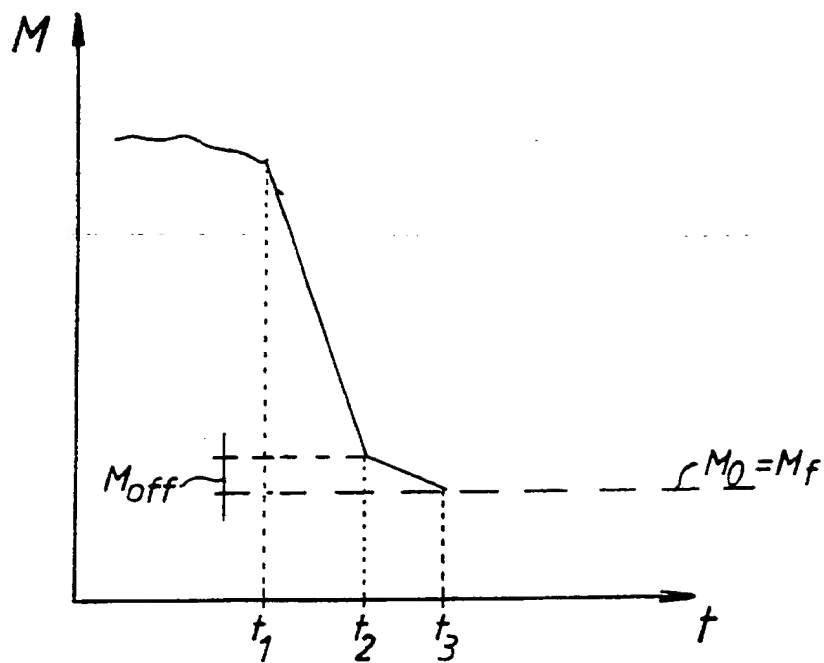


FIG. 4

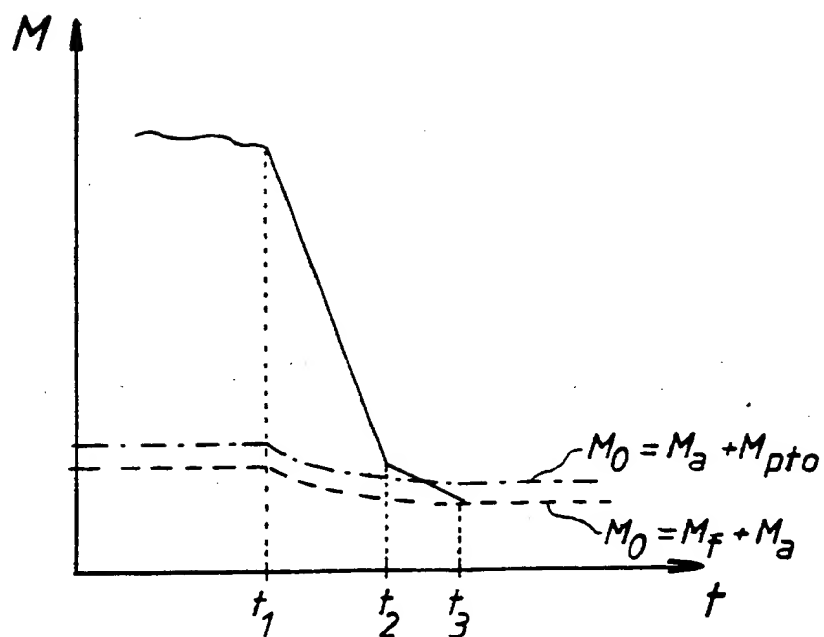


FIG. 5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)